

Essai d'élimination de l'aflatoxine de l'arachide par des méthodes physiques⁽¹⁾

Trial of the elimination of aflatoxin in groundnuts by physical methods

A. BOCKELÉE-MORVAN (2) et P. GILLIER (2)

I. — INTRODUCTION

Les arachides des pays producteurs d'Afrique sont dépréciées par la présence d'aflatoxine en quantités estimées en moyenne à 100-200 ppb et les législations des pays importateurs de tourteaux deviennent de plus en plus sévères.

Si elle est réalisée, la détoxification des tourteaux sera coûteuse et il y aura intérêt à la limiter à la fraction des récoltes contaminées. Dans cette voie, l'I. R. H. O. étudie les moyens pratiques de pouvoir traiter séparément en huilerie une fraction de la récolte exempte d'aflatoxine, la plus élevée possible, et une fraction contaminée la plus réduite possible dont le tourteau serait détoxifié. On décrit ici deux essais de séparation des arachides contaminées par triage manuel des gousses ou des graines qui ont été réalisés en 1973 au Sénégal, au Mali et au Niger.

II. — ESSAI DE TRIAGE SUR GOUSSES

L'essai a porté sur 9 lots de 50 à 400 kg d'arachide en coque récoltés dans des situations très différentes au Mali, Niger, Sénégal. Au Mali et au Niger, chaque lot était constitué à partir de 1 000 kg d'arachide achetée sur les marchés et représentant un échantillon des récoltes de la zone. Au Sénégal, chaque lot était constitué à partir de la récolte de 100 cultivateurs répartis dans la zone de culture des diverses variétés.

Les gousses apparemment intactes ont été séparées des gousses fendues, brisées, percées par les insectes, ou les iules (diplopodes), rongées par les termites ou à extrémité desséchée (bout noir). Le tableau I donne les principales caractéristiques de chaque catégorie de gousses, exprimées en pourcentage de celle du lot initial avant triage (tout venant).

Les gousses intactes ont représenté de 56 à 92 p. 100 des lots (moyenne 73 p. 100) et leur teneur en aflatoxine était en moyenne égale à 24 p. 100 de celle du lot avant triage. L'analyse des résultats montre que seuls les lots qui ont une teneur en aflatoxine pas trop élevée donnent après triage des lots sans aflatoxine ou ayant moins de 50 ppb.

La récolte 1972 a subi dans certaines régions de ces pays les effets néfastes de la sécheresse. Les lots d'arachide qui ont servi à l'expérimentation ont, de ce fait,

I. — INTRODUCTION

The value of groundnuts from African producer countries is depreciated by the presence of aflatoxin in quantities estimated at an average of 100-200 ppb, and regulations in countries importing press-cake are getting more and more strict.

If it can be achieved, the detoxification of press-cake will be costly, and there would be every advantage in limiting it to the fraction of the harvest which is contaminated. In this connection, the I. R. H. O. is studying practical means of processing separately in the oil mill the largest possible aflatoxin-free portion of the harvest, and the smallest possible contaminated portion in the detoxified press-cake. We describe herein two trials of the separation of contaminated groundnuts by hand sorting of the pods or seeds, carried out in Senegal, Mali and Niger in 1973.

II. — POD SORTING TRIAL

The trial concerned 9 lots of 50 to 400 kg of groundnuts harvested in very different situations in Mali, Niger and Senegal. In Mali and Niger each lot was drawn from 1.000 kg of groundnuts bought in the markets and representing a sample of harvests in the zone. In Senegal, each lot was drawn from the harvest of 100 farmers spread throughout the area in which the various varieties were grown.

The pods which were apparently intact were separated from those which were split, broken, pierced by insects or millipedes (Diplopoda), gnawed by termites or with dried ends (black end). Table I gives the main characteristics of each category of pods, expressed as percentages of the original lot before sorting (random).

The intact pods represented between 56 and 92 p. 100 of the lots (mean 73 p. 100), and their aflatoxin content was an average 24 p. 100 of that of the lot before sorting. An analysis of the results shows that only lots with an aflatoxin content which was not very high before sorting yielded lots which were free from or contained less than 50 ppb aflatoxin afterwards.

In certain parts of these countries, the 1972 harvest suffered from the harmful effects of drought. Because of this, the lots of groundnuts used in the experimentation

(1) Communication présentée à la «Conference on Animal Feeds of Tropical and Sub-Tropical Origin», Londres, 1-4 avril 1974.

(2) Département Arachide de l'I. R. H. O.

TABLEAU I-TABLEAU I

Essai de triage sur gousses

Pod sorting trial

Catégorie de gousses Category of pods		(1) Bonnes gousses Good pods	(2) Gousses fendues Split pods	(3) Gousses brisées Broken pods	(4) Gousses percées Pierced pods	(5) Gousses rongées par termites Pods gnawed by termites	(6) Gousses à bouts noirs « Black end » pods	(2+3+6)	Gousses tout venant Random pods
Lot 1	a	16,5	17,0	—	63,9	2,6	—	17,0	100
	b	(76,0)	(5,5)	—	(8,8)	(9,7)	—	(5,5)	(100)
	c	22	309	—	726	27	—	309	100
Lot 2	a	0	0	—	100	0	—	0	100
	b	(92,0)	(1,3)	—	(2,4)	(4,3)	—	(1,3)	(100)
	c	0	0	—	4 166	0	—	0	100
Lot 3	a	38,7	8,1	—	31,0	22,2	—	8,1	100
	b	(80,0)	(2,8)	—	(8,0)	(9,2)	—	(2,8)	(100)
	c	48	289	—	387	241	—	190	100
Lot 4	a	2,8	56,5	—	10,5	29,2	1,0	57,5	100
	b	(61,6)	(29,6)	—	(3,8)	(4,2)	(0,2)	(29,8)	(100)
	c	4	191	—	276	695	500	193	100
Lot 5	a	1,5	75,3	—	14,2	8,9	0,1	75,4	100
	b	(56,1)	(33,2)	—	(3,9)	(6,5)	(0,1)	(33,3)	(100)
	c	3	227	—	364	137	100	226	100
Lot 6	a	9,3	9,1	10,7	39,8	30,5	0,6	20,4	100
	b	(84,0)	(3,8)	(2,7)	(2,5)	(6,4)	(0,6)	(7,1)	(100)
	c	11	239	396	1 592	476	106	287	100
Lot 7	a	42,2	10,7	18,1	8,4	5,3	15,3	44,1	100
	b	(70,0)	(3,4)	(5,0)	(3,5)	(5,5)	(12,6)	(21,0)	(100)
	c	60	314	362	240	96	121	210	100
Lot 8	a	15,6	2,8	10,9	49,4	3,9	17,4	31,1	100
	b	(64,4)	(3,3)	(3,6)	(3,4)	(1,3)	(24,0)	(30,9)	(100)
	c	24	85	302	1 453	300	72	100	100
Lot 9	a	31,5	5,6	15,4	28,0	1,3	18,2	39,2	100
	b	(73,0)	(2,6)	(5,1)	(2,5)	(0,6)	(16,2)	(23,9)	(100)
	c	43	215	302	1 120	217	112	164	100
Moyennes Mean	a	17,5	—	—	38,4	11,5	—	32,6	100
	b	(73,0)	—	—	(4,3)	(5,3)	—	(17,3)	(100)
	c	24	—	—	890	217	—	188	100

a) 1^e chiffre : pourcentage du contenu total en aflatoxine contenu dans la fraction considérée.

b) 2^e chiffre : pourcentage en poids de la fraction considérée dans le lot initial non trié (tout venant).

c) 3^e chiffre : teneur en aflatoxine de la fraction considérée par rapport à la teneur du lot tout venant = 100.

a) 1st figure : percentage of total aflatoxin content in the fraction under consideration.

b) 2nd figure : percentage in weight of the fraction considered in the initial unsorted lot (random).

c) 3rd figure : aflatoxin content of the fraction considered in relation to the total for the random lot = 100.

des caractéristiques très diverses (maturité, dégâts d'insectes, teneur en aflatoxine), la qualité étant parfois très inférieure à celle obtenue en année normale (1).

On observe, cependant, dans tous les cas, une diminution importante de la teneur en aflatoxine. Dans les gousses écartées, ce sont les gousses percées (généralement par les iules) qui montrent les teneurs les plus élevées, 9 fois plus, en moyenne, que le lot tout venant. Bien qu'elles soient en faible pourcentage (4,3 p. 100), elles contiennent près de 40 p. 100 en moyenne de toute l'aflatoxine du lot. Viennent ensuite les gousses fendues, brisées, rongées par les termites et à bout noir.

Des enseignements importants ressortent au niveau de la culture :

— l'intérêt d'une récolte et d'un battage soignés pour éviter les gousses fendues, ou brisées ;

— Le rôle des iules dans la contamination par *Aspergillus flavus*, les gousses percées par ces diplopodes ayant des teneurs en aflatoxine très élevées.

Une firme industrielle met au point un appareil de décorticage pneumatique dont le principe permet de décortiquer séparément les gousses intactes, les

had very diverse characteristics (ripeness, insect damage, aflatoxin content), the quality being sometimes much lower than that obtained in a normal year (1).

However, in all cases an appreciable diminution of the aflatoxin content was noted. In the pods set aside, it was those which were pierced (generally by millipedes) which had the highest contents, on an average nine times more than a random lot. Although they represented only a small percentage (4.3 p. 100) they contained an average 40 p. 100 of all the aflatoxin in the lot. Next came the split, broken, termite-gnawed and black-ended pods.

The following important lessons can be drawn at the cultivation level :

— the advantage of careful harvesting and threshing to avoid split or broken pods ;

— the role of millipedes in contamination by *Aspergillus flavus*, the pods pierced by these having very high aflatoxin levels.

An industrial firm is putting the finishing touches to a pneumatic shelling apparatus, the principle of which is the separate shelling of whole pods, pierced pods and

(1) C'est pourquoi il a paru préférable, pour des raisons de discrétion vis-à-vis des pays producteurs, de ne pas mentionner les teneurs en aflatoxine en ppb, mais de les exprimer en pourcentages.

(1) This is why it seemed preferable to us, in discretion towards the producer countries, not to mention actual aflatoxin contents in ppb but to express them as percentages.

gousses percées, et les gousses brisées, fendues, rongées par les termites et à bout noir. Le triage manuel par les producteurs est actuellement réalisé au Sénégal pour l'arachide de bouche en coques.

III. — ESSAI DE TRIAGE SUR GRAINES

Cet essai a été réalisé au Sénégal sur 2 lots d'arachide d'huilerie et 2 lots d'arachide de bouche. Le but était de déterminer quelles sont les catégories de graines les plus contaminées en vue de mettre au point une méthode de triage des graines applicable à l'arachide d'huilerie dans les pays où la commercialisation se fait en graines. Pour l'arachide de bouche, le triage des graines est toujours nécessaire, que ce soit au stade producteur ou le plus souvent au stade industriel.

On a d'abord séparé les graines parfaites de celles présentant une quelconque anomalie. Les dernières, représentant 30,7 p. 100 du total, ont été fractionnées en quatre catégories :

A. — les graines ridées, immatures, et par ailleurs normales,

B. — les graines présentant des attaques de champignons et par ailleurs normales,

C. — les graines cassées ou dépelliculées, et par ailleurs normales,

D. — les graines à couleur anormale, sans attaque visible de champignons.

Les caractéristiques de chaque catégorie (Tabl. II) sont exprimées en pourcentage de celles du lot de graines défectueuses, avant triage, et qui représentaient 30,7 p. 100 du lot initial (69,3 p. 100 étant des graines parfaites). Les graines cassées ou dépelliculées à condition de n'avoir aucune coloration anormale sont peu contaminées. Les graines à coloration anormale sont très contaminées, cependant que celles qui montrent des attaques visibles de champignons ont des teneurs très élevées.

those which are broken, split, gnawed by termites and have black ends. Hand sorting by the producers is at present done in Senegal for unshelled edible groundnuts.

III. — SEED SORTING TRIAL

This trial was carried out in Senegal on two lots of groundnuts for oil milling and two lots of edible groundnuts. The object was to determine which categories of seeds were the most contaminated in order to work out a method of sorting seeds applicable to oil milling groundnuts in countries where the product is marketed on seeds. For edible groundnuts, sorting is always necessary, whether done at producer level or, more often, at industrial level.

First of all perfect seeds were separated from those presenting some form of anomaly ; the latter, representing 30.7 p. 100 of the total, were divided into four categories :

A. — unripe, wrinkled seeds, otherwise normal,

B. — seeds showing signs of mould attacks, otherwise normal,

C. — broken or skinned seeds, otherwise normal,

D. — seeds of abnormal colour, without visible attack by moulds.

The characteristics of each category (Table II) are expressed as a percentage of the lot of defective seeds before sorting (30.7 p. 100 of the initial lot). Provided that they had no abnormal colouring, the broken or skinned seeds were little contaminated. The seeds with abnormal colouring were highly contaminated, whilst those which showed visible signs of mould attack had very high contents of aflatoxin.

TABLEAU II—TABLE II
Critères visuels de triage des graines
Visual criteria for seed sorting

Catégorie de graines Category of seeds	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Moyenne Mean
A ridées, immatures wrinkled, unripe	a 4,5 b (37,4) c 12	4,3 (37,8) 11	0,9 (37,6) 2,5	2,3 (37,8) 6,2	3,0 (37,6) 7,9
B dégâts visibles de champignons visible mould damage	a 86,4 b (12,1) c 715	84,7 (11,9) 715	91,6 (11,9) 770	90,3 (12,1) 745	88,2 (12,0) 740
C cassées, dépelliculées broken, skinned	a 0,3 b (41,3) c 0,8	0,6 (41,2) 1,4	0,7 (41,3) 1,6	0,9 (41,5) 2,1	0,6 (41,3) 1,5
D couleur anormale (pas d'attaques visibles de champignons) abnormal colour (no visible mould attack)	a 8,3 b (9,2) c 95	10,4 (9,1) 114	6,8 (9,2) 77	6,5 (8,6) 74	8,2 (9,1) 90

a) 1^{er} chiffre : pourcentage du contenu total en aflatoxine contenu dans la fraction considérée.

b) 2^e chiffre : pourcentage en poids de la fraction considérée dans le lot initial non trié (tout venant).

c) 3^e chiffre : teneur en aflatoxine de la fraction considérée par rapport à la teneur du lot tout venant = 100.

a) 1st figure : percentage of total aflatoxin content in the fraction under consideration.

b) 2nd figure : percentage in weight of the fraction considered in the initial unsorted lot (random).

c) 3rd figure : aflatoxin content of the fraction considered in relation to the total for the random lot = 100.

Le tri des catégories A, B, D, qui représentent environ 18 p. 100 du total des graines, permet d'obtenir des lots indemnes, ou pratiquement indemnes, d'aflatoxine.

Ces critères sont appliqués actuellement pour le tri de l'arachide de bouche et donnent toute satisfaction, les graines ridées et cassées étant éliminées mécaniquement. Les graines attaquées par les champignons ou à coloration anormale sont éliminées manuellement ainsi que les graines dépelliculées qui peuvent être exportées.

IV. — CONCLUSIONS

Le triage des arachides en coques et en graines permet d'améliorer considérablement la qualité en ce qui concerne l'aflatoxine. Les critères de triage définis sont utilisables pour le tri manuel et permettent d'envisager des procédés industriels de triage des arachides contaminées : décorticage pneumatique, calibrage, triage électronique des graines à coloration anormale.

Ces études sont effectuées par l'I. R. H. O. dans le cadre plus général de la séparation, avant traitement industriel, des arachides contaminées et qui comporte également la détection des lots contaminés à l'achat par l'emploi de tests rapides visuels (méthode de Dickens) ou chimiques (méthode des minicolonnes) et les techniques de culture, récolte, battage et séchage propres à limiter les risques de production d'aflatoxine.

The sorting of categories A, B and D, which made up about 18 p. 100 of all the seeds, gave lots which were almost or entirely aflatoxin-free.

These criteria are now being applied to the sorting of edible groundnuts and give every satisfaction, the wrinkled and broken seeds being eliminated mechanically. Seeds attacked by moulds or with abnormal colouring are removed by hand, as well as the skinned seeds, which can be exported.

IV. — CONCLUSIONS

The sorting of unshelled groundnuts and seeds enables a considerable improvement in the quality as regards aflatoxin. The sorting criteria defined can be used for hand sorting, and their application to industrial methods of sorting contaminated groundnuts can be envisaged. This would involve pneumatic shelling, grading, and the removal of seeds with abnormal colouring by electronic sorting.

These studies were carried out by the I. R. H. O. within the more general framework of the separation, before industrial processing, of contaminated groundnuts, which also includes the detection at the time of purchase of contaminated lots by means of rapid visual (Dickens method) or chemical (minicolumn method) tests and the development of methods of cultivation, harvesting, threshing and drying likely to limit the risks of aflatoxin production.

